

# 触覚フィードバックを付加したMR型道具インタフェース

学籍番号 90112075 佐藤研究室 竹原裕輔

## 1. はじめに

コンピュータを利用した情報の取り扱いをユーザにとってわかりやすいものにするためには、それをどのようなメンタルモデルとしてユーザに理解させるか、またその学習負担の軽減が重要である。池田等は機器間でのデータ転送用ユーザインタフェースにおいて、その形状をピンセットやおたま、注射器など日常使い慣れた道具の形状にすることで、操作法の学習負担を軽減することが可能かどうかを研究するために、“ToolDevice”の研究を行っている。ToolDeviceでは、データサイズなどの属性を直感的に知覚できるようにするために触覚フィードバックを利用している。しかし、ToolDeviceはポータブルなデータ転送用インタフェースを想定しているため、(1)複雑な触覚機構の実装が難しく、外力を必要とする重量感・抵抗感を再現することができない、(2)視覚ディスプレイがないので情報の入出力を可視化することが難しい、という制限があり、ToolDeviceを実際に操作したユーザの中には、これらの点に違和感をもつものも少なくなかった。

そこで本研究では、現実の道具により近い視覚・触覚フィードバックを提示される方がユーザはよりわかりやすく感じるのかどうかを調査するために、(1)(2)の制限をなくしたMR型道具インタフェース“MR Tool Interface”を試作し、ユーザテストを行った。

## 2. MR Tool Interface システム

図1にシステム構成を、図2にMRディスプレイの外観を示す。MR型道具インタフェースは、重量感や抵抗感などの触覚変化を再現するために、触覚ディスプレイPHANToMを利用するとともに、情報の入出力を可視化するために、PHANToMのスタイラス先端にシースルー型MRディスプレイを装着し、仮想の道具を表示する。

シースルー型MRディスプレイはハーフミラーと小型LCDにより構成されており、道具のCGを小型LCD上に表示し、ハーフミラーで反射させることで、仮想道具の視覚提示を行う。操作対象となるデータは、机に水平に置いた液晶ディスプレイ上に表示され、そのデータをMR Tool Interfaceで操作すると、液晶ディスプレイ上に表示されたデータとハーフミラー上の仮想道具が光学的に重畳される。データが仮想道具に取り込まれると、データは液晶ディスプレイ上から消え、MRディスプレイ上の道具の上や道具の内部に表示される。ユーザはPHANToMのスタイラスの向きとMRディスプレイに表示された道具の姿勢から、道具の向きを立体的に知覚し、液晶ディスプレイ上のデータを操作することができる。

## 3. アプリケーション

MR Tool Interfaceで表示する道具のメタファとしてスプーンとフォークのメタファを利用する情報操作アプリケーションを作成した。スプーンとフォークのメタファを利用するアプリケーションではディスプレイに表示されたデータを“すくう”と、そのデータの存在が重量感としてフィ

ードバックされる。またフォークのメタファを利用するアプリケーションはオブジェクトを“刺して”取得し、その際データの重量感に加えて、データを刺したときの抵抗感もフィードバックされる。

## 4. ユーザテスト

本研究ではデジタル情報の操作時に(A)実世界で知覚する触感と同様の重量感や抵抗感を提示する場合、(B)実世界とは異なるが類似した触感を提示する場合、(C)実世界で知覚する触感とは全く異なる触感を提示する場合、(D)触感を提示しない場合で、操作対象の知覚しやすさがどのように変化するか、さらにこれらの触覚フィードバックに視覚フィードバックが加わるとどのような相乗効果が生まれるのかについて調査するユーザテストを行った。

その結果、スプーンメタファに関しては重量感や抵抗感など、リアリティのある道具の視覚・触覚フィードバックが提示されることによってユーザの操作感覚が向上することが確認された。現実の道具に近い触覚フィードバックが提示される場合には、視覚フィードバックがなくても操作感覚が高く、またMRによる視覚フィードバックが存在する場合には、実世界での触感と類似する触覚フィードバックが提示された場合でも、操作感覚が高いことがわかった。フォークメタファに関してはデータを刺すときの抵抗感だけではデータの存在をユーザに提示するのに不十分であることがわかった。またデータを取得した瞬間と落とした瞬間は視覚フィードバックの影響が大きく、データを保持して移動している間は触覚フィードバックの影響が大きいことがわかった。

以上実験結果より、どのような視覚・触覚フィードバックがユーザの操作感覚の向上に役立つのかという指針を得ることができた。

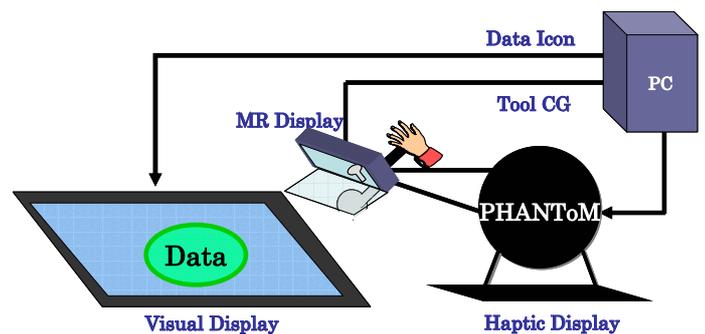


図1 MR Tool Interface のシステム構成

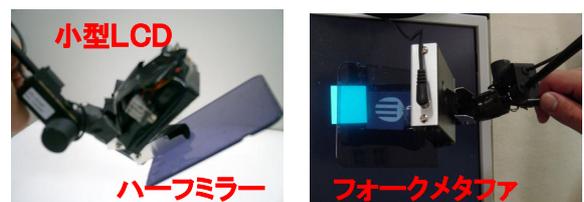


図2 MRディスプレイを用いた仮想道具の提示